

ESP32-PICO-V3-ZERO (ACK)

技术规格书



版本 V1.0
乐鑫信息科技
版权 © 2020

关于本文档

本文档为用户提供 ESP32-PICO-V3-ZERO 模组的技术规格信息。

文档版本

请至乐鑫官网 <https://www.espressif.com/zh-hans/support/download/documents> 下载最新本本文档。

修订历史

请至文档最后页查看[修订历史](#)。

文档变更通知

用户可以通过乐鑫官网订阅页面 www.espressif.com/zh-hans/subscribe 订阅技术文档变更的电子邮件通知。您需要更新订阅以接收有关新产品的文档通知。

证书下载

用户可以通过乐鑫官网证书下载页面 www.espressif.com/zh-hans/certificates 下载产品证书。

免责声明和版权公告

本文中的信息，包括供参考的 URL 地址，如有变更，恕不另行通知。文档“按现状”提供，不负任何担保责任，包括对适销性、适用于特定用途或非侵权性的任何担保，和任何提案、规格或样品在他处提到的任何担保。

本文档不负任何责任，包括使用本文档内信息产生的侵犯任何专利权行为的责任。本文档在此未以禁止反言或其他方式授予任何知识产权使用许可，不管是明示许可还是暗示许可。Wi-Fi 联盟成员标志归 Wi-Fi 联盟所有。蓝牙标志是 Bluetooth SIG 的注册商标。

文中提到的所有商标名称、商标和注册商标均属其各自所有者的财产，特此声明。

版权归 © 2020 乐鑫所有。保留所有权利。

1. 产品概述

1.1 特性

MCU

- 内置 ESP32 芯片，Xtensa® 双核 32 位 LX6 微处理器，支持高达 240 MHz 的时钟频率
- 448 KB ROM，用于启动和核心功能
- 520 KB SRAM，用于存储数据和指令
- 16 KB RTC SRAM

Wi-Fi

- 802.11b/g/n
- 802.11n 数据速率高达 150 Mbps
- 支持 A-MPDU 和 A-MSDU 聚合
- 支持 0.4 μ s 保护间隔
- 工作信道中心频率范围：2412 ~ 2484 MHz

蓝牙®

- 蓝牙 V4.2 BR/EDR 和低功耗蓝牙标准
- Class-1、class-2 和 class-3 发射器
- AFH
- CVSD 和 SBC

硬件

- 模组接口：2 \times UART（一个用于连接主机，另一个用于调试）、电源管脚、中断管脚
- 40 MHz 晶振
- 4 MB SPI flash
- 工作电压/供电电压：3.0 ~ 3.6 V
- 建议工作温度范围：-40 ~ 85 °C
- 封装尺寸：(16 \times 23 \times 2.3) mm

认证

- 蓝牙认证：BQB (ID: D050108)
- RF 认证
 - FCC (ID: 2AC7Z-ESP32PICOZERO)
 - SRRC (CMIIT ID: 2020DP3148)
 - IC (ID: 21098-ESP32PICOV3)
 - RCM
 - CE-RED
- 环保认证：REACH/RoHS

1.2 描述

ESP32-PICO-V3-ZERO 是一款基于系统级封装 (SiP) 产品 ESP32-PICO-V3 的模组，内置 Xtensa® 双核 32 位 LX6 微处理器，可提供完整的 Wi-Fi 和蓝牙® 功能。该模组集成 1 个 4 MB 串行外围设备接口 (SPI) flash。

ESP32-PICO-V3-ZERO 的核心是 ESP32 芯片*。ESP32 是集成 2.4 GHz Wi-Fi 和蓝牙双模的单芯片方案，采用台积电 (TSMC) 超低功耗的 40 纳米工艺。ESP32-PICO-V3-ZERO 模组已将晶振、flash、滤波电容、RF 匹配链路等所有外围器件无缝集成进封装内，不再需要外围元器件即可工作。此时，模组的组装和测试都在 SiP 层面完成，因此 ESP32-PICO-V3-ZERO 可以大大降低供应链的复杂程度并提升管控效率。该款模组具有体积紧凑、性能强劲及功耗低的特点。

ESP32-PICO-V3-ZERO 支持 Alexa Connect Kit (ACK)，可以将 Alexa 语音服务轻松集成到您的产品中，实现语音控制。使用 ESP32-PICO-V3-ZERO 和其默认固件，无需云服务便可将您的设备或系统连接至 Alexa 语音平台和互联网，编写 Alexa 技能，开发复杂的网络和安全固件。ESP32-PICO-V3-ZERO 模组可以使得产品开发更加轻松、快捷、经济。

说明:

- 更多有关 ESP32 的信息，请参考 [《ESP32 技术规格书》](#)。
- 更多有关 ESP32-PICO-V3 的信息，请参考 [《ESP32-PICO-V3 技术规格书》](#)。

目录

| | |
|---------------------------|-----------|
| 1 产品概述 | 3 |
| 1.1 特性 | 3 |
| 1.2 描述 | 3 |
| 2 功能块图 | 9 |
| 3 管脚定义 | 10 |
| 3.1 管脚布局 | 10 |
| 3.2 管脚描述 | 11 |
| 4 电气特性 | 12 |
| 4.1 绝对最大额定值 | 12 |
| 4.2 建议工作条件 | 12 |
| 4.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C) | 12 |
| 4.4 功耗特性 | 13 |
| 4.5 Wi-Fi 射频 | 14 |
| 4.5.1 Wi-Fi 射频特性 | 14 |
| 4.5.2 发射器性能规格 | 15 |
| 4.5.3 接收器性能规格 | 15 |
| 4.6 蓝牙射频 | 16 |
| 4.6.1 接收器 - 基础数据率 (BR) | 16 |
| 4.6.2 发射器 - 基础数据率 (BR) | 16 |
| 4.6.3 接收器 - 增强数据率 (EDR) | 17 |
| 4.6.4 发射器 - 增强数据率 (EDR) | 18 |
| 4.7 低功耗蓝牙射频 | 18 |
| 4.7.1 接收器 | 18 |
| 4.7.2 发射器 | 19 |
| 5 外围设计原理图 | 20 |
| 6 模组尺寸和 PCB 布局 | 22 |
| 6.1 模组尺寸 | 22 |
| 6.2 PCB 封装布局 | 23 |
| 6.2.1 PCB 封装 | 23 |
| 6.2.2 PCB 布局 | 23 |
| 6.3 IPEX 连接器尺寸 | 25 |
| 7 产品处理 | 26 |
| 7.1 存储条件 | 26 |
| 7.2 ESD | 26 |
| 7.3 回流焊温度曲线 | 26 |
| 8 学习资源 | 27 |

| | |
|-------------|-----------|
| 8.1 必读资料 | 27 |
| 8.2 必备资源 | 27 |
| 修订历史 | 28 |

表格

| | | |
|----|-----------------------|----|
| 1 | 管脚定义 | 11 |
| 2 | 绝对最大额定值 | 12 |
| 3 | 建议工作条件 | 12 |
| 4 | 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C) | 12 |
| 5 | 射频功耗 | 13 |
| 6 | 不同功耗模式下的功耗 | 14 |
| 7 | Wi-Fi 射频特性 | 14 |
| 8 | 发射器性能规格 | 15 |
| 9 | 接收器性能规格 | 15 |
| 10 | 接收器特性 - 基础数据率 (BR) | 16 |
| 11 | 发射器特性 - 基础数据率 (BR) | 17 |
| 12 | 接收器特性 - 增强数据率 (EDR) | 17 |
| 13 | 发射器特性 - 增强数据率 (EDR) | 18 |
| 14 | 低功耗蓝牙接收器特性 | 18 |
| 15 | 低功耗蓝牙发射器特性 | 19 |

插图

| | | |
|----|------------------------------|----|
| 1 | ESP32-PICO-V3-ZERO 功能块图 | 9 |
| 2 | ESP32-PICO-V3-ZERO 管脚布局（顶视图） | 10 |
| 3 | ESP32-PICO-V3-ZERO 外围设计原理图 | 20 |
| 4 | VDD33 放电电路图 | 21 |
| 5 | 复位电路 | 21 |
| 6 | 模组尺寸 | 22 |
| 7 | PCB 封装图形 | 23 |
| 8 | 模组在底板上的位置示意图 | 24 |
| 9 | 天线区域净空示意图 | 24 |
| 10 | IPEX 连接器尺寸 | 25 |
| 11 | 回流焊温度曲线 | 26 |

2. 功能块图

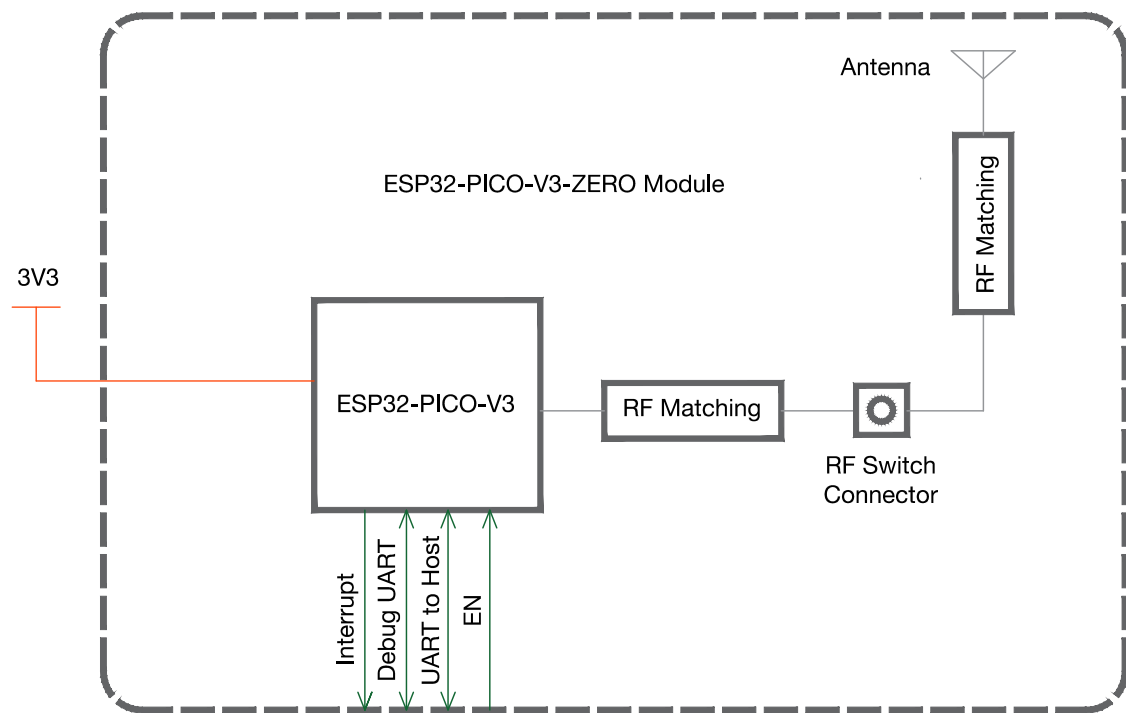


图 1: ESP32-PICO-V3-ZERO 功能块图

3. 管脚定义

3.1 管脚布局

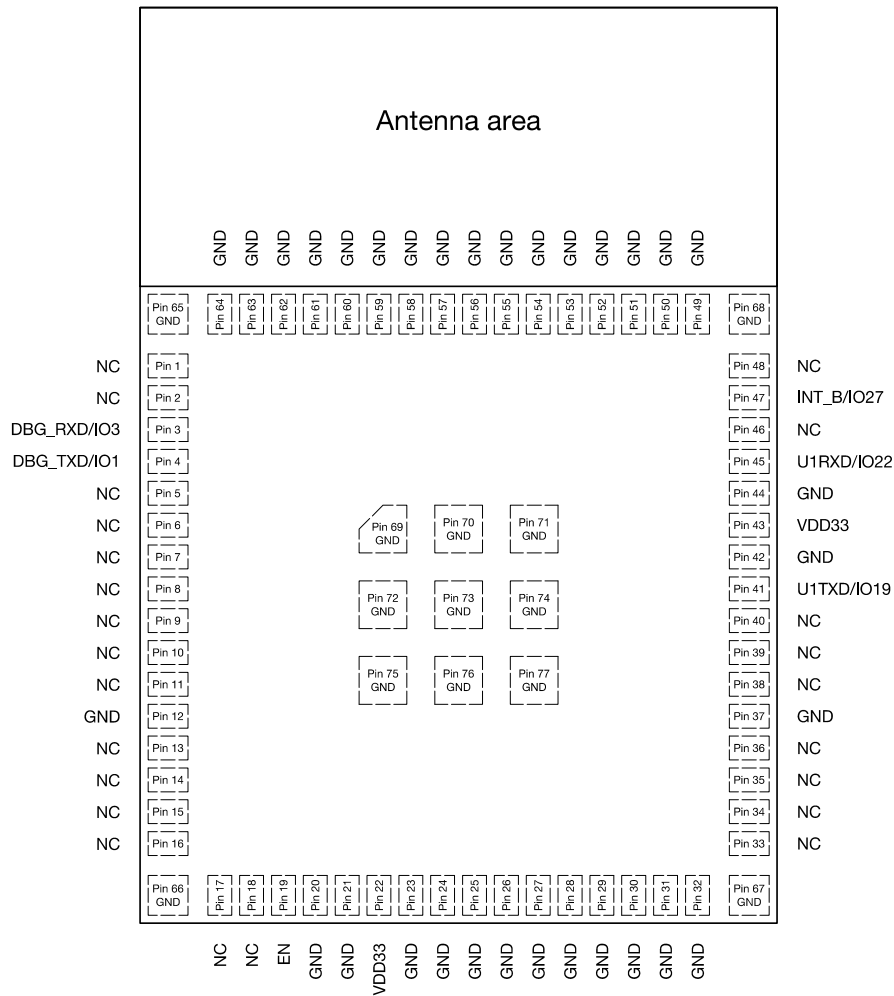


图 2: ESP32-PICO-V3-ZERO 管脚布局（顶视图）

说明:

管脚布局图显示了模组上管脚的大致位置。具体布局请参考图 6 模组尺寸图。

3.2 管脚描述

ESP32-PICO-V3-ZERO 共有 77 个管脚，具体描述参见表 1。

表 1: 管脚定义

| 名称 | 序号 | 类型 | 功能 |
|-------------|---|----|--|
| NC | 1, 2, 5 ~ 11, 13 ~ 18, 33 ~ 36, 38 ~ 40, 46, 48 | NA | 不要连接，必须浮空。 |
| DBG_RXD/IO3 | 3 | I | GPIO3，调试 UART RX，GPIO3 |
| DBG_TXD/IO1 | 4 | O | GPIO1，调试 UART TX，GPIO1 |
| EN | 19 | I | 高电平：模组使能； 低电平：模组关闭； 注意不能让 EN 管脚浮空。 |
| VDD33 | 22 | P | 供电 (3.0 V ~ 3.6 V) |
| U1TXD/IO19 | 41 | O | UART TX，连接主机 RX，GPIO19 |
| VDD33 | 43 | P | 供电 (3.0 V ~ 3.6 V) |
| U1RXD/IO22 | 45 | I | UART RX，连接主机 TX，GPIO22 |
| INT_B/IO27 | 47 | O | 主机中断，连接主机 GPIO，GPIO27 |
| GND | 12, 20, 21, 23 ~ 32, 37, 42, 44, 49 ~ 77 | P | 接地 |

说明：

1. IO7/IO8/IO9/IO10/IO20 由 VDD_SDIO 供电，VDD_SDIO 电源关闭时则无法工作。
2. 外设管脚分配请参考《ESP32 技术规格书》。

4. 电气特性

4.1 绝对最大额定值

超出绝对最大额定值表可能导致器件永久性损坏。这只是强调的额定值，不涉及器件在这些或其它条件下超出本技术规格指标的功能性操作。建议工作条件请参考表 3。

表 2: 绝对最大额定值

| 符号 | 参数 | 最小值 | 最大值 | 单位 |
|--------------------|------|------|-----|----|
| VDD33 | 供电电压 | -0.3 | 3.6 | V |
| T _{store} | 存储温度 | -40 | 85 | °C |

4.2 建议工作条件

表 3: 建议工作条件

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|-----------|-----|-----|-----|-----|
| VDD33 | 供电电压 | 3.0 | 3.3 | 3.6 | V |
| I _{VDD} | 外部电源的供电电流 | 0.5 | — | — | A |
| T | 工作温度 | -40 | — | 85 | °C |
| Humidity | 湿度 | — | 85 | — | %RH |

4.3 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)

表 4: 直流电气特性 (3.3 V, 25 °C)

| 符号 | 参数 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-----------------|---------|-----------------------|-----|-----------------------|----|
| C _{IN} | 管脚电容 | — | 2 | — | pF |
| V _{IH} | 高电平输入电压 | 0.75×VDD ¹ | — | VDD ¹ +0.3 | V |
| V _{IL} | 低电平输入电压 | -0.3 | — | 0.25×VDD ¹ | V |
| I _{IH} | 高电平输入电流 | — | — | 50 | nA |
| I _{IL} | 低电平输入电流 | — | — | 50 | nA |
| V _{OH} | 高电平输出电压 | 0.8×VDD ¹ | — | — | V |
| V _{OL} | 低电平输出电压 | — | — | 0.1×VDD ¹ | V |

| 符号 | 参数 | | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------|---|------------------------------------|-----|-----|-----|------------|
| I_{OH} | 高电平拉电流 ($V_{DD}^1 = 3.3\text{ V}$, $V_{OH} \geq 2.64\text{ V}$, 管脚 输出强度设为最大值) | VDD3P3_CPU 电 源域 ^{1, 2} | — | 40 | — | mA |
| | | VDD3P3_RTC 电 源域 ^{1, 2} | — | 40 | — | mA |
| I_{OL} | 低电平灌电流 ($V_{DD}^1 = 3.3\text{ V}$, $V_{OL} = 0.495\text{ V}$, 管脚输出强度设为最大值) | | — | 28 | — | mA |
| R_{PU} | 上拉电阻 | | — | 45 | — | k Ω |
| R_{PD} | 下拉电阻 | | — | 45 | — | k Ω |
| V_{IL_nRST} | CHIP_PU 关闭芯片的低电平输入电压 | | — | — | 0.6 | V |

说明:

1. VDD 是 I/O 的供电电源。关于电源域请参考《ESP32 技术规格书》附录中表 IO_MUX。
2. VDD3P3_CPU 和 VDD3P3_RTC 电源域管脚的单个管脚的拉电流随管脚数量增加而减小，从约 40 mA 减小到约 29 mA, $V_{OH} \geq 2.64\text{ V}$ 。

4.4 功耗特性

ESP32 采用了先进的电源管理技术，可以在不同的功耗模式之间切换。关于不同功耗模式的描述，详见《ESP32 技术规格书》中章节 RTC 和低功耗管理。

表 5: 射频功耗

| 工作模式 | 描述 | | 平均值 (mA) | 峰值 (mA) |
|---------------|----|------------------------------------|----------|---------|
| Active (射频工作) | TX | 802.11b, 20 MHz, 1 Mbps, @19.5 dBm | 233 | 368 |
| | | 802.11g, 20 MHz, 54 Mbps, @14 dBm | 181 | 258 |
| | | 802.11n, 20 MHz, MCS7, @13 dBm | 178 | 248 |
| | | 802.11n, 40 MHz, MCS7, @13 dBm | 162 | 205 |
| | RX | 802.11b/g/n, 20 MHz | 110 | 111 |
| | | 802.11n, 40 MHz | 116 | 117 |

说明:

- 功耗数据是基于 3.3 V 电源、25 °C 环境温度，在 RF 接口处完成的测试结果。所有发射数据均基于 50% 的占空比测得。
- 测量 RX 功耗数据时，外设处于关闭状态，CPU 处于 idle 状态。

表 6: 不同功耗模式下的功耗

| 工作模式 | 描述 | | 功耗典型值 |
|-------------|-----------------------|--------------|----------------------|
| Modem-sleep | CPU 处于工作状态 | 240 MHz | 30 ~ 68 mA |
| | | 160 MHz | 27 ~ 44 mA |
| | | 正常速度: 80 MHz | 20 ~ 31 mA |
| Light-sleep | — | | 0.8 mA |
| Deep-sleep | ULP 协处理器处于工作状态 | | 150 μ A |
| | 超低功耗传感器监测模式 | | 100 μ A @1% duty |
| | RTC 定时器 + RTC 存储器 | | 10 μ A |
| | 仅有 RTC 定时器处于工作状态 | | 5 μ A |
| 关闭 | CHIP_PU 脚拉低, 芯片处于关闭状态 | | 1 μ A |

说明:

- 测量 Modem-sleep 功耗数据时, CPU 处于工作状态, cache 处于 idle 状态。
- 在 Wi-Fi 开启的场景中, 芯片会在 Active 和 Modem-sleep 模式之间切换, 功耗也会在两种模式间变化。
- Modem-sleep 模式下, CPU 频率自动变化, 频率取决于 CPU 负载和使用的外设。
- Deep-sleep 模式下, 仅 ULP 协处理器处于工作状态时, 可以操作 GPIO 及低功耗 I²C。

4.5 Wi-Fi 射频

4.5.1 Wi-Fi 射频特性

表 7: Wi-Fi 射频特性

| 参数 | | 描述 |
|-------------------------|--------|---|
| 工作信道中心频率范围 ¹ | | 2412 ~ 2484 MHz |
| Wi-Fi 协议 | | IEEE 802.11b/g/n |
| 数据速率 | 20 MHz | 11b: 1, 2, 5.5, 11 Mbps 11g: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps 11n: MCS0-7, 72.2 Mbps (Max) |
| | 40 MHz | 11n: MCS0-7, 150 Mbps (Max) |
| 天线类型 | | PCB 天线, IPEX 天线 |

说明:

1. 工作信道中心频率范围应符合国家或地区的规范标准。软件可以配置工作信道中心频率范围。
2. 使用 IPEX 天线的模组输出阻抗为 50 Ω , 不使用 IPEX 天线的模组可无需关注输出阻抗。

4.5.2 发射器性能规格

表 8: 发射器性能规格

| 参数 | 条件 | 典型值 | 单位 |
|-------------------|-----------------|------|-----|
| 输出功率 ¹ | 11b, 1 Mbps | 19.5 | dBm |
| | 11b, 11 Mbps | 19.5 | |
| | 11g, 6 Mbps | 18 | |
| | 11g, 54 Mbps | 14 | |
| | 11n, HT20, MCS0 | 18 | |
| | 11n, HT20, MCS7 | 13 | |
| | 11n, HT40, MCS0 | 18 | |
| | 11n, HT40, MCS7 | 13 | |

说明:

根据产品或认证的要求，用户可以配置目标功率。

4.5.3 接收器性能规格

表 9: 接收器性能规格

| 参数 | 条件 | 典型值 | 单位 |
|-------|-----------------|-----|-----|
| 接收灵敏度 | 1 Mbps | -97 | dBm |
| | 2 Mbps | -94 | |
| | 5.5 Mbps | -91 | |
| | 11 Mbps | -88 | |
| | 6 Mbps | -92 | |
| | 9 Mbps | -91 | |
| | 12 Mbps | -89 | |
| | 18 Mbps | -87 | |
| | 24 Mbps | -84 | |
| | 36 Mbps | -80 | |
| | 48 Mbps | -76 | |
| | 54 Mbps | -75 | |
| | 11n, HT20, MCS0 | -91 | |
| | 11n, HT20, MCS1 | -88 | |
| | 11n, HT20, MCS2 | -85 | |
| | 11n, HT20, MCS3 | -83 | |
| | 11n, HT20, MCS4 | -80 | |
| | 11n, HT20, MCS5 | -75 | |
| | 11n, HT20, MCS6 | -74 | |
| | 11n, HT20, MCS7 | -72 | |
| | 11n, HT40, MCS0 | -88 | |
| | 11n, HT40, MCS1 | -85 | |
| | 11n, HT40, MCS2 | -82 | |
| | 11n, HT40, MCS3 | -80 | |
| | 11n, HT40, MCS4 | -76 | |

| 参数 | 条件 | 典型值 | 单位 |
|--------|-----------------|-----|-----|
| 最大接收电平 | 11n, HT40, MCS5 | -72 | dBm |
| | 11n, HT40, MCS6 | -71 | |
| | 11n, HT40, MCS7 | -69 | |
| | 11b, 1 Mbps | 5 | |
| | 11b, 11 Mbps | 5 | |
| | 11g, 6 Mbps | 0 | |
| | 11g, 54 Mbps | -8 | |
| | 11n, HT20, MCS0 | 0 | |
| | 11n, HT20, MCS7 | -8 | |
| | 11n, HT40, MCS0 | 0 | |
| | 11n, HT40, MCS7 | -8 | |
| 邻道抑制 | 11b, 11 Mbps | 35 | dB |
| | 11g, 6 Mbps | 27 | |
| | 11g, 54 Mbps | 13 | |
| | 11n, HT20, MCS0 | 27 | |
| | 11n, HT20, MCS7 | 12 | |
| | 11n, HT40, MCS0 | 16 | |
| | 11n, HT40, MCS7 | 7 | |

4.6 蓝牙射频

4.6.1 接收器 - 基础数据率 (BR)

表 10: 接收器特性 - 基础数据率 (BR)

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| 灵敏度 @0.1% BER | — | -90 | -89 | -88 | dBm |
| 最大接收信号 @0.1% BER | — | 0 | — | — | dBm |
| 共信道抑制比 C/I | — | — | +7 | — | dB |
| 邻道选择性抑制比 C/I | F = F0 + 1 MHz | — | — | -6 | dB |
| | F = F0 - 1 MHz | — | — | -6 | dB |
| | F = F0 + 2 MHz | — | — | -25 | dB |
| | F = F0 - 2 MHz | — | — | -33 | dB |
| | F = F0 + 3 MHz | — | — | -25 | dB |
| | F = F0 - 3 MHz | — | — | -45 | dB |
| 带外阻塞 | 30 MHz ~ 2000 MHz | -10 | — | — | dBm |
| | 2000 MHz ~ 2400 MHz | -27 | — | — | dBm |
| | 2500 MHz ~ 3000 MHz | -27 | — | — | dBm |
| | 3000 MHz ~ 12.5 GHz | -10 | — | — | dBm |
| 互调 | — | -36 | — | — | dBm |

4.6.2 发射器 - 基础数据率 (BR)

表 11: 发射器特性 - 基础数据率 (BR)

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|-------------------------------|-----|------|-----|----------------------|
| 射频发射功率 (见表 11 下方说明) | — | — | 0 | — | dBm |
| 增益控制步长 | — | — | 3 | — | dB |
| 射频功率控制范围 | — | -12 | — | +9 | dBm |
| 20 dB 带宽 | — | — | 0.9 | — | MHz |
| 邻道发射功率 | $F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$ | — | -55 | — | dBm |
| | $F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$ | — | -55 | — | dBm |
| | $F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$ | — | -59 | — | dBm |
| $\Delta f_{1\text{avg}}$ | — | — | — | 155 | kHz |
| $\Delta f_{2\text{max}}$ | — | 127 | — | — | kHz |
| $\Delta f_{2\text{avg}}/\Delta f_{1\text{avg}}$ | — | — | 0.92 | — | — |
| ICFT | — | — | -7 | — | kHz |
| 漂移速率 | — | — | 0.7 | — | kHz/50 μs |
| 偏移 (DH1) | — | — | 6 | — | kHz |
| 偏移 (DH5) | — | — | 6 | — | kHz |

说明:

从 0 到 7, 共有 8 个功率级别, 发射功率范围从 -12 dBm 到 9 dBm。功率电平每增加 1 时, 发射功率增加 3 dB。默认情况下使用功率级别 4, 相应的发射功率为 0 dBm。

4.6.3 接收器 - 增强数据率 (EDR)

表 12: 接收器特性 - 增强数据率 (EDR)

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|
| $\pi/4$ DQPSK | | | | | |
| 灵敏度 @0.01% BER | — | -90 | -89 | -88 | dBm |
| 最大接收信号 @0.01% BER | — | — | 0 | — | dBm |
| 共信道抑制比 C/I | — | — | 11 | — | dB |
| 邻道选择性抑制比 C/I | $F = F_0 + 1 \text{ MHz}$ | — | -7 | — | dB |
| | $F = F_0 - 1 \text{ MHz}$ | — | -7 | — | dB |
| | $F = F_0 + 2 \text{ MHz}$ | — | -25 | — | dB |
| | $F = F_0 - 2 \text{ MHz}$ | — | -35 | — | dB |
| | $F = F_0 + 3 \text{ MHz}$ | — | -25 | — | dB |
| | $F = F_0 - 3 \text{ MHz}$ | — | -45 | — | dB |
| 8DPSK | | | | | |
| 灵敏度 @0.01% BER | — | -84 | -83 | -82 | dBm |
| 最大接收信号 @0.01% BER | — | — | -5 | — | dBm |
| 共信道抑制比 C/I | — | — | 18 | — | dB |
| 邻道抑制比 C/I | $F = F_0 + 1 \text{ MHz}$ | — | 2 | — | dB |
| | $F = F_0 - 1 \text{ MHz}$ | — | 2 | — | dB |
| | $F = F_0 + 2 \text{ MHz}$ | — | -25 | — | dB |
| | $F = F_0 - 2 \text{ MHz}$ | — | -25 | — | dB |
| | $F = F_0 + 3 \text{ MHz}$ | — | -25 | — | dB |

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----|---------------|-----|-----|-----|----|
| | F = F0 -3 MHz | — | -38 | — | dB |

4.6.4 发射器 - 增强数据率 (EDR)

表 13: 发射器特性 - 增强数据率 (EDR)

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----------------------------|--------------------|-----|-------|-----|-----|
| 射频发射功率 (见表 11 下方说明) | — | — | 0 | — | dBm |
| 增益控制步长 | — | — | 3 | — | dB |
| 射频功率控制范围 | — | -12 | — | +9 | dBm |
| $\pi/4$ DQPSK max w0 | — | — | -0.72 | — | kHz |
| $\pi/4$ DQPSK max wi | — | — | -6 | — | kHz |
| $\pi/4$ DQPSK max wi + w0 | — | — | -7.42 | — | kHz |
| 8DPSK max w0 | — | — | 0.7 | — | kHz |
| 8DPSK max wi | — | — | -9.6 | — | kHz |
| 8DPSK max wi + w0 | — | — | -10 | — | kHz |
| $\pi/4$ DQPSK 调制精度 | RMS DEVM | — | 4.28 | — | % |
| | 99% DEVM | — | 100 | — | % |
| | Peak DEVM | — | 13.3 | — | % |
| 8 DPSK 调制精度 | RMS DEVM | — | 5.8 | — | % |
| | 99% DEVM | — | 100 | — | % |
| | Peak DEVM | — | 14 | — | % |
| 带内杂散发射 | F = F0 \pm 1 MHz | — | -46 | — | dBm |
| | F = F0 \pm 2 MHz | — | -44 | — | dBm |
| | F = F0 \pm 3 MHz | — | -49 | — | dBm |
| | F = F0 \pm 3 MHz | — | — | -53 | dBm |
| EDR 差分相位编码 | — | — | 100 | — | % |

4.7 低功耗蓝牙射频

4.7.1 接收器

表 14: 低功耗蓝牙接收器特性

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|-------------------|-------------------|-----|-----|-----|-----|
| 灵敏度 @30.8% PER | — | -94 | -93 | -92 | dBm |
| 最大接收信号 @30.8% PER | — | 0 | — | — | dBm |
| 共信道抑制比 C/I | — | — | +10 | — | dB |
| 邻道抑制比 C/I | F = F0 + 1 MHz | — | -5 | — | dB |
| | F = F0 -1 MHz | — | -5 | — | dB |
| | F = F0 + 2 MHz | — | -25 | — | dB |
| | F = F0 -2 MHz | — | -35 | — | dB |
| | F = F0 + 3 MHz | — | -25 | — | dB |
| | F = F0 -3 MHz | — | -45 | — | dB |
| | 30 MHz ~ 2000 MHz | -10 | — | — | dBm |

带外阻塞

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|----|---------------------|-----|-----|-----|-----|
| | 2000 MHz ~ 2400 MHz | -27 | — | — | dBm |
| | 2500 MHz ~ 3000 MHz | -27 | — | — | dBm |
| | 3000 MHz ~ 12.5 GHz | -10 | — | — | dBm |
| 互调 | — | -36 | — | — | dBm |

4.7.2 发射器

表 15: 低功耗蓝牙发射器特性

| 参数 | 条件 | 最小值 | 典型值 | 最大值 | 单位 |
|---|-------------------------------|-----|-------|-----|----------------------|
| 射频发射功率（见表 11 下方说明） | — | — | 0 | — | dBm |
| 增益控制步长 | — | — | 3 | — | dB |
| 射频功率控制范围 | — | -12 | — | +9 | dBm |
| 邻道发射功率 | $F = F_0 \pm 2 \text{ MHz}$ | — | -55 | — | dBm |
| | $F = F_0 \pm 3 \text{ MHz}$ | — | -57 | — | dBm |
| | $F = F_0 \pm > 3 \text{ MHz}$ | — | -59 | — | dBm |
| $\Delta f_{1\text{avg}}$ | — | — | — | 265 | kHz |
| $\Delta f_{2\text{max}}$ | — | 210 | — | — | kHz |
| $\Delta f_{2\text{avg}}/\Delta f_{1\text{avg}}$ | — | — | +0.92 | — | — |
| ICFT | — | — | -10 | — | kHz |
| 漂移速率 | — | — | 0.7 | — | kHz/50 μs |
| 偏移 | — | — | 2 | — | kHz |

5. 外围设计原理图

模组与外围器件（如电源、天线、复位按钮、JTAG 接口、UART 接口等）连接的应用电路图。

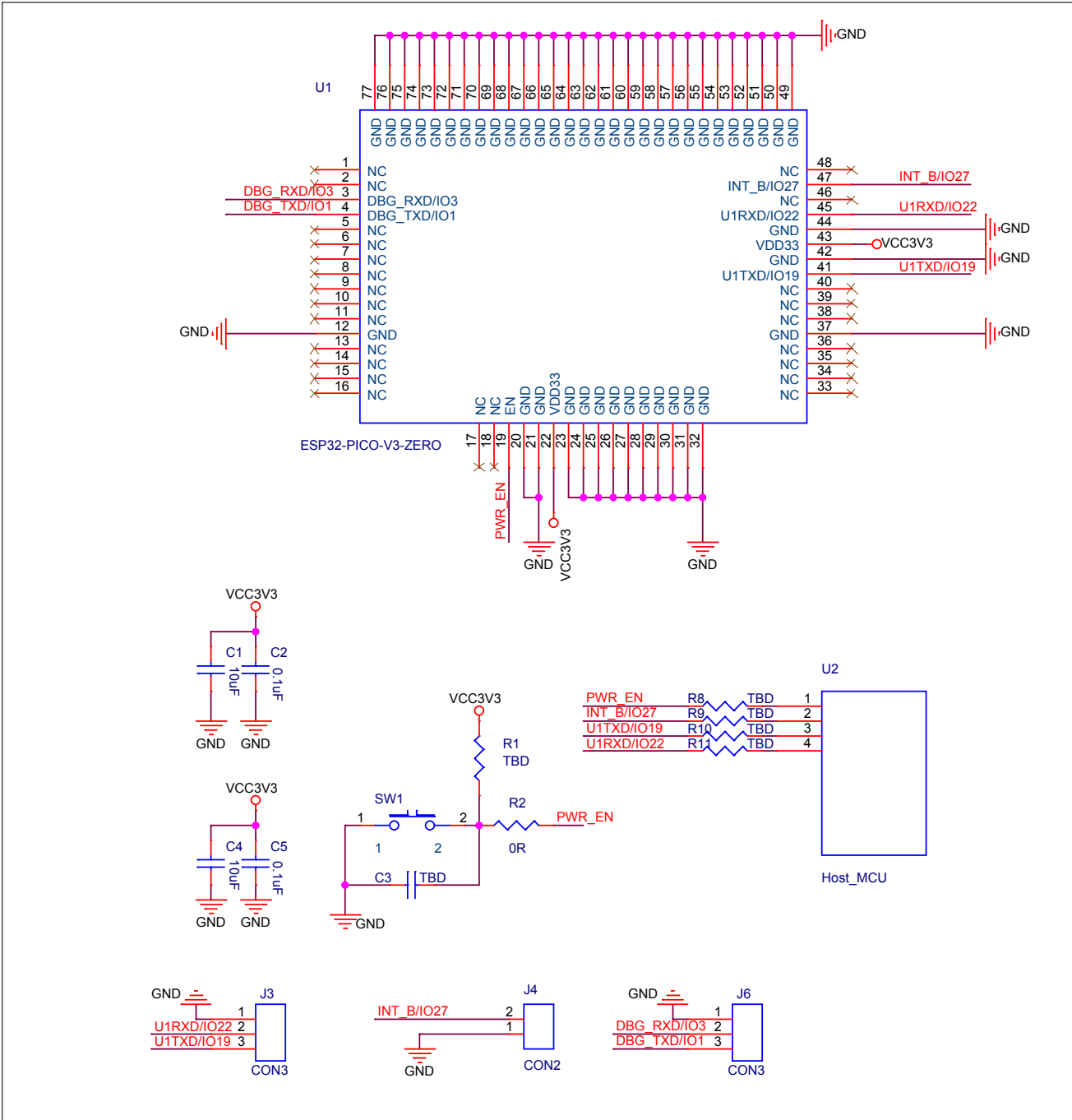


图 3: ESP32-PICO-V3-ZERO 外围设计原理图

说明:

为确保芯片上电时的供电正常，EN 管脚处需要增加 RC 延迟电路。RC 通常建议为 $R = 10\text{ k}\Omega$ ， $C = 1\text{ }\mu\text{F}$ ，但具体数值仍需根据模组电源的上电时序和芯片的上电复位时序进行调整。芯片的上电复位时序图可参考《ESP32 技术规格书》中的电源管理章节。

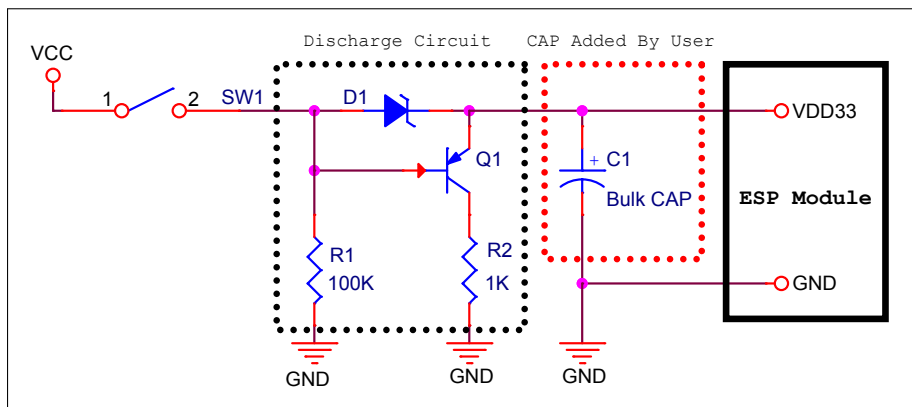


图 4: VDD33 放电电路图

说明:

放电电路用在需要快速反复开关 VDD33，且 VDD33 外围电路上有大电容的场景。详情请参考《ESP32 技术规格书》中电源管理章节。

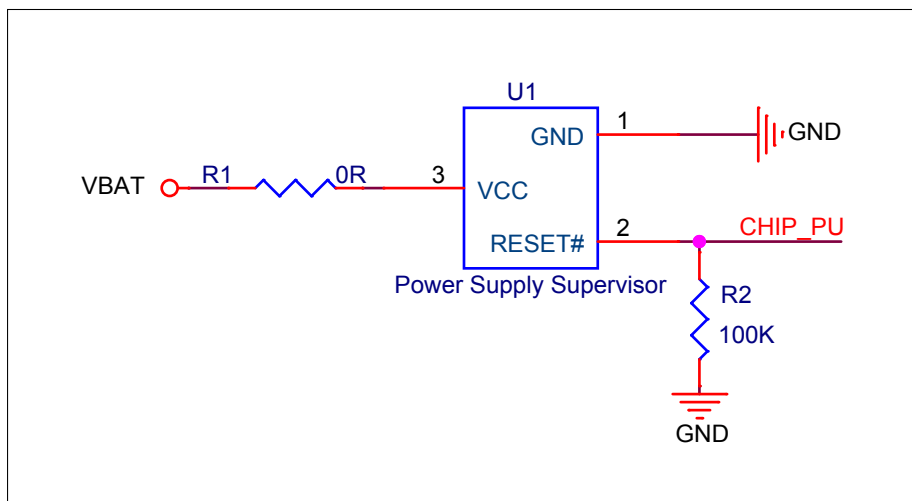


图 5: 复位电路

说明:

当使用电池给 ESP32 系列芯片和模组供电时，为避免电池电压过低导致芯片进入异常状态不能正常启动，一般推荐外接电源 Supervisor。建议检测到供给 ESP32 的电压低于 3.0 V 时将 ESP32 的 CHIP_PU 脚拉低。

6. 模组尺寸和 PCB 布局

6.1 模组尺寸

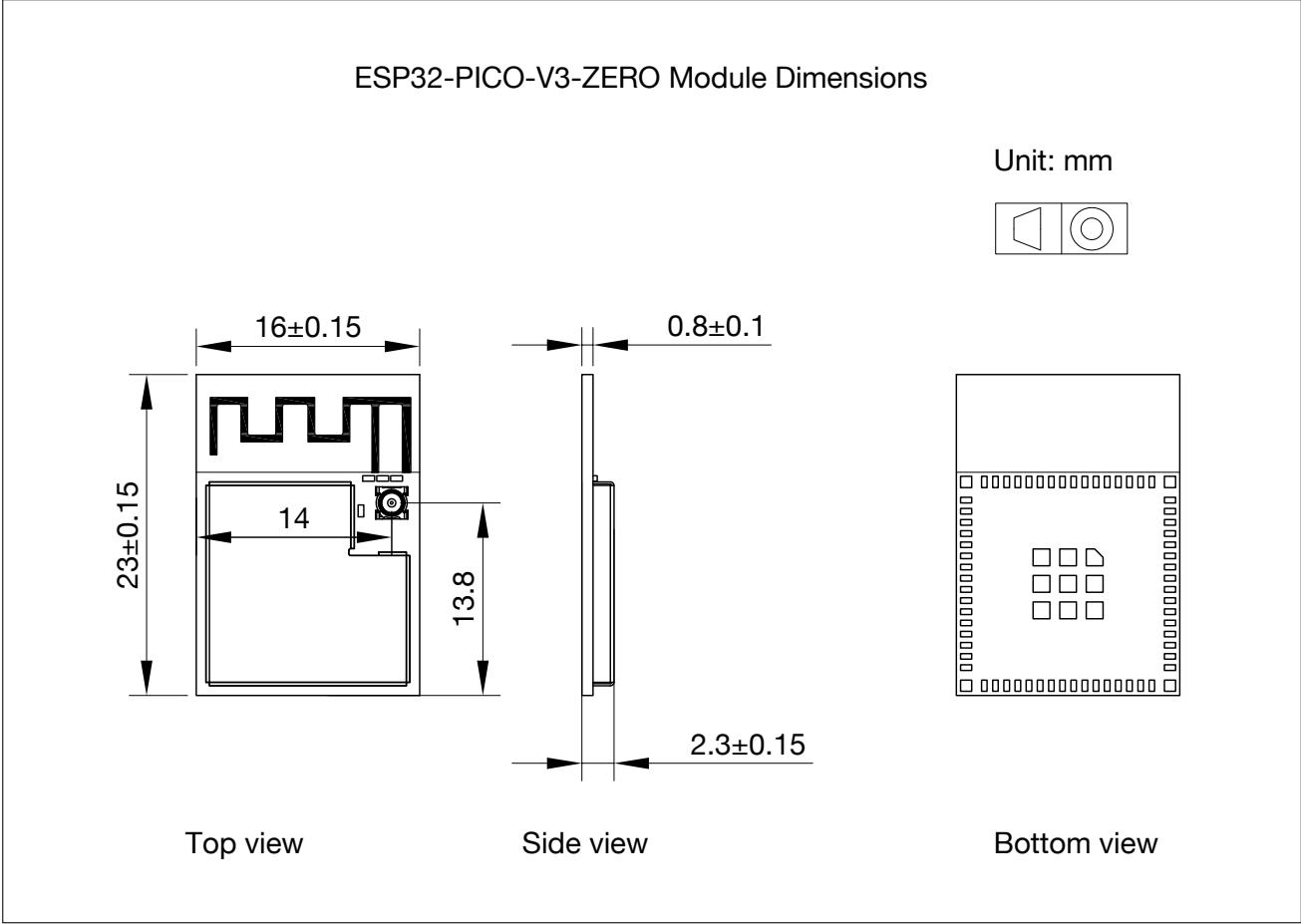


图 6: 模组尺寸

6.2 PCB 封装布局

6.2.1 PCB 封装

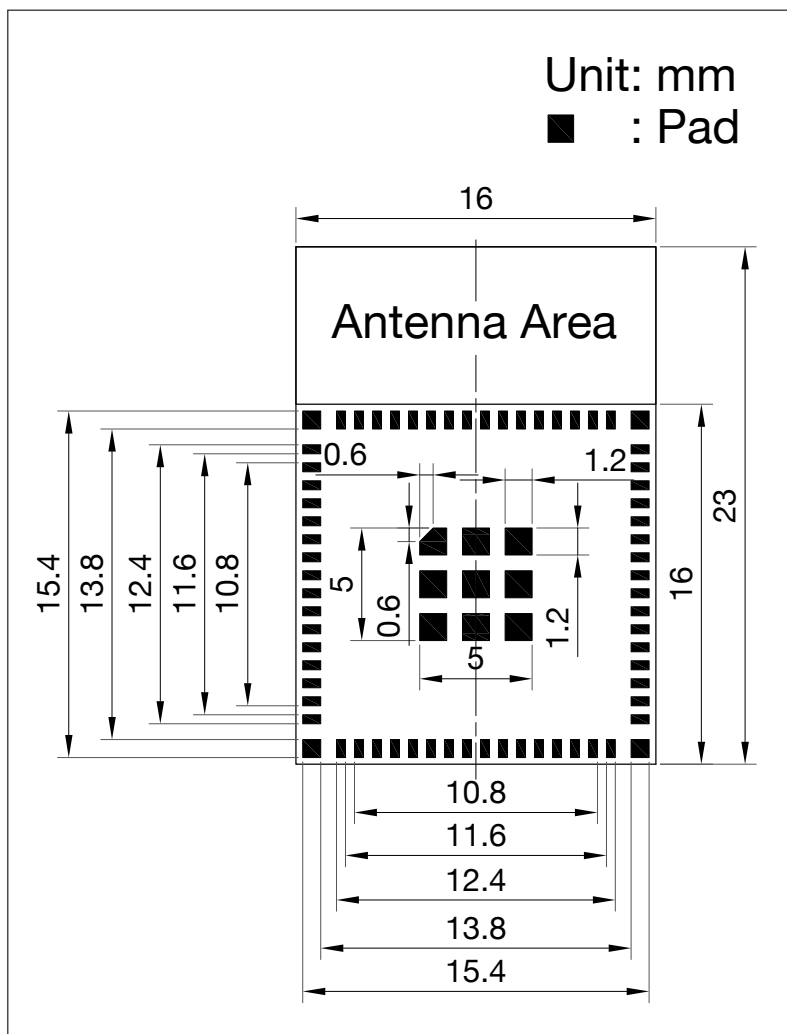


图 7: PCB 封装图形

6.2.2 PCB 布局

如果产品采用带板载天线版本的模组进行设计，需要采用恰当的布局从而获得良好的射频性能。

模组采用倒 F 天线设计，所以天线的摆放位置也应该遵循倒 F 天线的设计规则，天线馈点需要尽可能靠近板边。建议将模组尽可能地靠近底板板边摆放，条件允许的情况下，PCB 天线区域最好延伸出底板板框外。

模组在底板上的位置示意图如图 8 所示，其中，位置 3、4 强烈推荐；位置 1、2、5 不推荐。

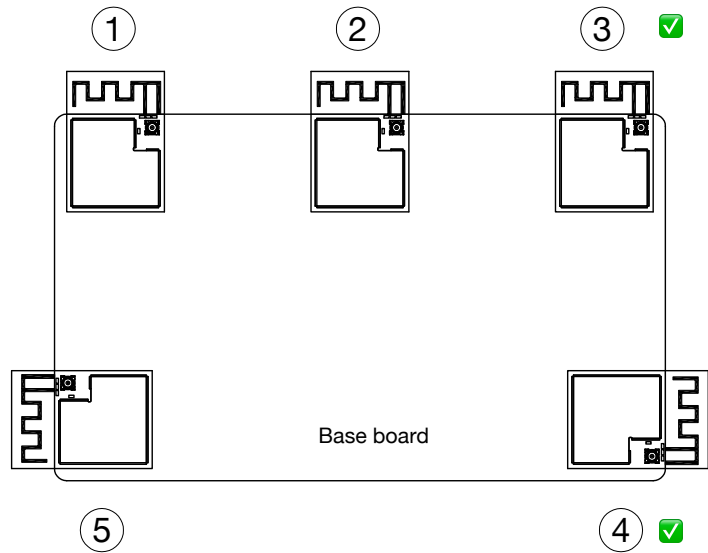


图 8: 模组在底板上的位置示意图

如上述方法受限而无法实行，请确保模块不被任何金属的外壳包裹，保留必要的 PCB 天线净空区域（严禁铺铜、走线、摆放元件），该净空区域越大越好。另外，建议将 PCB 天线下方区域的底板切割掉，以尽可能减少底板板材对 PCB 天线的影响。天线净空区域如下图所示：

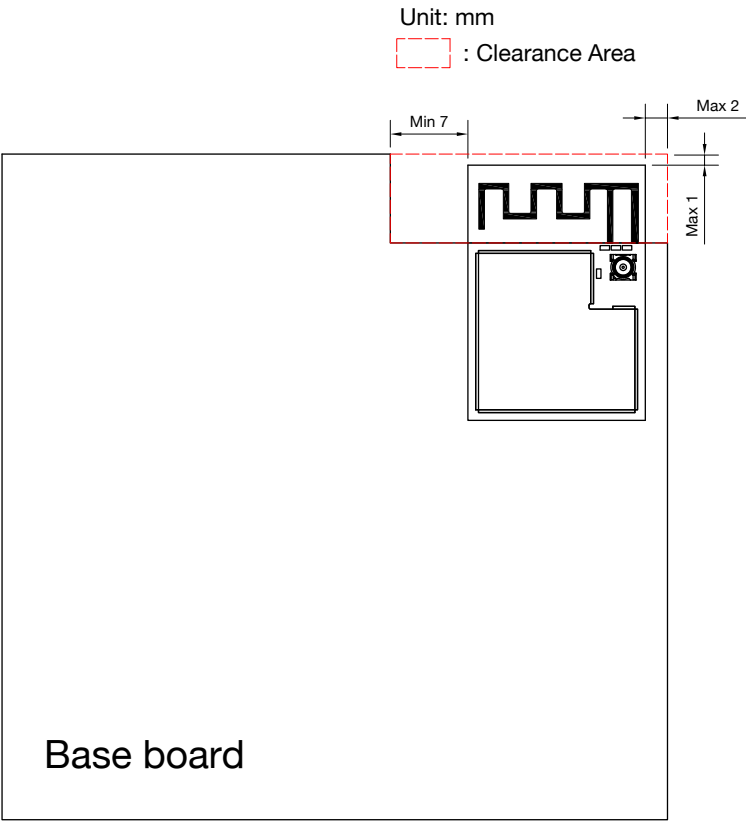


图 9: 天线区域净空示意图

如果产品设计时采用不符合上述规则的摆放布局，则需要对整机产品进行 Wi-Fi、BT 吞吐量和通讯距离等测试来确保产品性能。涉及整机设计时，请注意考虑外壳对天线的影响，并进行 RF 验证。

6.3 IPEX 连接器尺寸

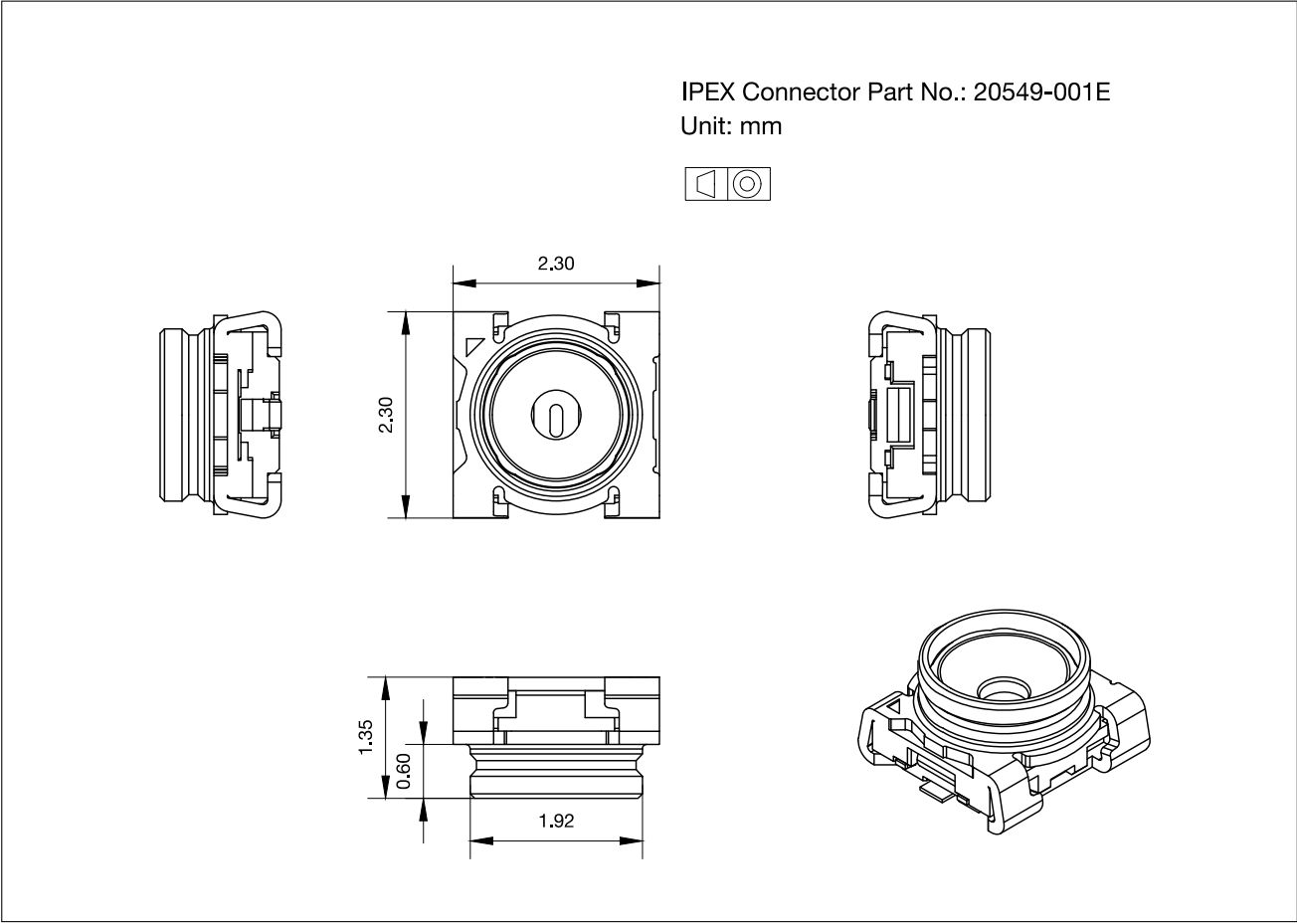


图 10: IPEX 连接器尺寸

7. 产品处理

7.1 存储条件

密封在防潮袋 (MBB) 中的产品应储存在 $< 40\text{ }^{\circ}\text{C}/90\% \text{ RH}$ 的非冷凝大气环境中。

模組的潮湿敏感度等级 (MSL) 为 3 级。

真空袋拆封后, 在 $25\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $60\% \text{ RH}$ 下, 必须在 168 小时内使用完毕, 否则就需要烘烤后才能二次上线。

7.2 ESD

- 人体放电模式 (HBM): 2000 V
- 充电器件模式 (CDM): 500 V
- 空气放电: 6000 V
- 接触放电: 4000 V

7.3 回流焊温度曲线

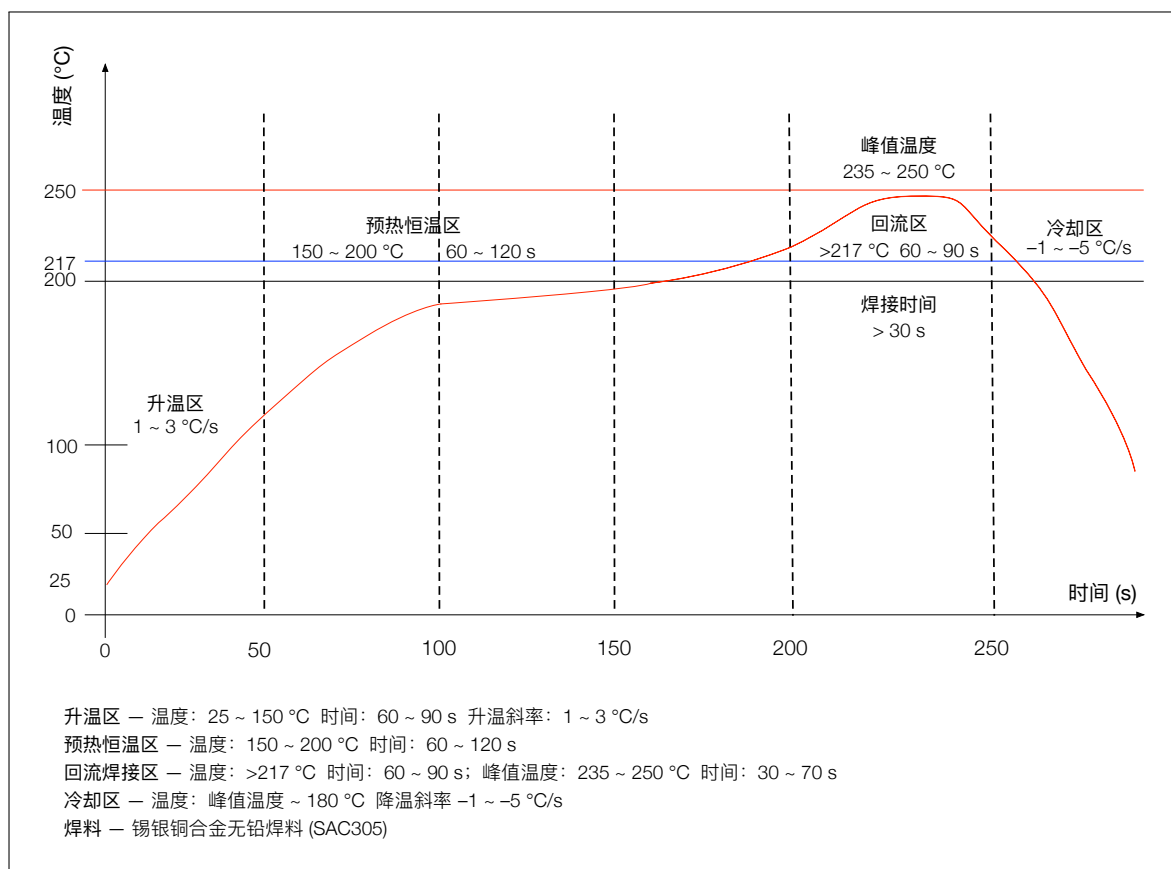


图 11: 回流焊温度曲线

说明:

建议模组只过一次回流焊。如果 PCBA 需要多次回流焊, 则在最后一次回流焊时将模组放在 PCB 上方。

8. 学习资源

8.1 必读资料

访问以下链接可下载有关 ESP32 的文档资料。

- [《ESP32 技术规格书》](#)
本文档为用户提供 ESP32 硬件技术规格简介，包括概述、管脚定义、功能描述、外设接口、电气特性等。
- [《ESP32 ECO V3 使用指南》](#)
本文介绍 ESP32 ECO V3 较之前硅片的主要变化。
- [《ESP32 勘误表及解决办法》](#)
本文收录了 ESP32 芯片的硬件问题并给出解决方法。
- [《ESP-IDF 编程指南》](#)
ESP32 相关开发文档的汇总平台，包含硬件手册，软件 API 介绍等。
- [《ESP32 技术参考手册》](#)
该手册提供了关于 ESP32 的具体信息，包括各个功能模块的内部架构、功能描述和寄存器配置等。
- [ESP32 硬件资源](#)
压缩包提供了 ESP32 模组和开发板的硬件原理图，PCB 布局图，制造规范和物料清单。
- [《ESP32 硬件设计指南》](#)
该手册提供了 ESP32 系列产品的硬件信息，包括 ESP32 芯片，ESP32 模组以及开发板。
- [《ESP32 AT 指令集与使用示例》](#)
该文档描述 ESP32 AT 指令集功能以及使用方法，并介绍几种常见的 AT 指令使用示例。其中 AT 指令包括基础 AT 指令，Wi-Fi 功能 AT 指令，TCP/IP 相关 AT 指令等；使用示例包括单连接 TCP 客户端，UDP 传输，透传，多连接 TCP 服务器等。
- [《乐鑫产品订购信息》](#)

8.2 必备资源

以下为有关 ESP32 的必备资源。

- [ESP32 在线社区](#)
工程师对工程师 (E2E) 的社区，用户可以在这里提出问题，分享知识，探索观点，并与其他工程师一起解决问题。
- [ESP32 GitHub](#)
乐鑫在 GitHub 上有众多开源的开发项目。
- [ESP32 工具](#)
ESP32 flash 下载工具以及《ESP32 认证测试指南》。
- [ESP-IDF](#)
ESP32 所有版本 IDF。
- [ESP32 资源合集](#)
ESP32 相关的所有文档和工具资源。

修订历史

| 日期 | 版本 | 发布说明 |
|------------|------|-------|
| 2020-11-10 | V1.0 | 首次发布。 |